

基于 PXA255 的 GPRS 图像传输系统设计

章 欣¹, 郭麦成¹, 陈 琼², 刘其艳³

(1. 长江大学 计算机科学学院, 湖北 荆州 434023; 2. 厦门大学 信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005;
3. 福州大学 物理与信息工程学院, 福建 福州 350002)

摘 要: 提出了一种基于 Intel PXA255 嵌入式微处理器和 MC55 无线通讯模块的图像采集、压缩与传输的设计方案。在 PXA255 的平台上, 通过选择适合的芯片、无线传输模块并利用 MPEG-4 视频压缩技术对图像进行压缩后通过 GPRS 网络来实现无线图像实时传输功能, 从而实现功耗低、体积小、数据传输速度快和携带方便等特点, 特别适用于远程实时监控、工业控制和智能家居等环境。

关键词: 处理器; 无线通讯模块; GPRS; MPEG-4 技术; USB 摄像头

中图分类号: TP391 文献标识码: A 文章编号: 1000-7024 (2008) 20-5227-03

Design of GPRS image transfers system based on PXA255

ZHANG Xin¹, GUO Mai-cheng¹, CHEN Qiong², LIU Qi-yan³

(1. College of Computer Science, Yangtze University, Jingzhou 434023, China; 2. College of Information Science and Technology, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 3. College of Physics and Information Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: A design scheme of capturing, compressing and transmitting images is proposed, which is based on Intel PXA255 micro-processor and MC55 wireless transmission module. In order to realized the function of wireless image real-time transmission, we choose appropriate chip, wireless transmission module, adopt MPEG-4 video compression technology compress image and make use of GPRS network send it on the PXA255 platform. The system is low-cost, has a small size and fast speed of transmitting data, and is easy to carry, so it is suitable for the situation of remote real-time monitor, industry control field and smarthome.

Key words: processor; wireless communicate module; GPRS; MPEG-4 technology; USB camera

0 引 言

GPRS 网络是 GSM 网络向第三代网络发展的过渡技术, 其数据业务是基于分组交换方式来实现的, 其平均传输速率可达 115 kb/s, 最高可达 171.2 kb/s, GPRS 网络高速率传输的关键就是利用处理器强大的处理能力来充分使用有限的通信信道资源。本系统采用 PXA255 处理器进行 GPRS 无线图像传输系统的开发, 设计了通过 USB 接口的摄像头进行图像采集后利用 MPEG-4 视频编码方式将图像压缩最终使用 GPRS 网络进行实时传输的系统。我们通过对高性能芯片的选择、电路板设计, 基本上能够实现将实时图像进行高速采集和快速传输, 利用 MPEG-4 视频编码方式对采集的实时图像进行压缩, 从而改进了图像质量差、传输延时较大的问题, 在远程监控、工业控制和智能家居等方面具有广阔的应用前景。

1 基于 PXA255 的 USB 摄像头图像采集硬件平台的设计

系统硬件平台的设计如图 1 所示。

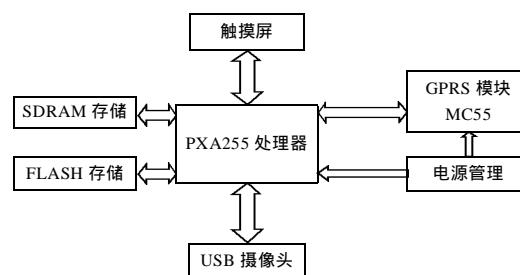


图 1 系统硬件平台的设计

收稿日期: 2007-10-22 E-mail: zjzhangxin@gmail.com

基金项目: 教育部“十一五”规划基金项目 (GIB060374)。

作者简介: 章欣 (1984 -), 男, 浙江台州人, 硕士研究生, 研究方向为嵌入式系统、无线网络; 郭麦成 (1962 -), 男, 陕西渭南人, 硕士, 教授, 研究方向为计算机检测与控制、嵌入式系统; 陈琼 (1983 -), 女, 福建南平人, 硕士研究生, 研究方向为网络安全; 刘其艳 (1982 -), 女, 福建南平人, 硕士研究生, 研究方向为微电子、集成电路设计。

2 基于 GPRS 的图像传输系统的设计

GPRS 无线图像传输系统的设计是由基于 Xscale 体系结构的 PXA255 嵌入式处理器(最高主频可达 400 MHz)、西门子的无线通信模块 MC55、SDRAM(64 Mbyte)、FLASH(32 Mbyte)、电阻式触摸屏、电源管理模块、USB 摄像头以及扩展接口(GPIO)组成。

2.1 嵌入式处理器

根据稳定性以及便携性的要求我们选用了基于 Xscale 体系结构的 PXA255 微处理器,该处理器对实时多任务有很强的支持能力,具有中断响应时间短、功耗低和性价比高等优点,非常适合用于无线计算方面以及数据处理量较大的设备中。PXA255 是基于 Xscale 内核的嵌入式微处理器,支持 ARM Thumb 指令和增强的 ARM DSP 指令,具有 32-KByte 的指令 Cache 和 32-KByte 的数据 Cache,采用 PBGA 封装,集成了存储单元控制器、时钟和电源控制、通用串行总线单元、DMA 控制器、触摸屏控制器、AC97 控制器、SD/MMC Card、快速红外线通信(FIR)控制器、同步串行接口、通用异步串行接口(UARTs)、实时时钟、系统定时器、中断控制器、脉宽调制器等功能模块^[1]。

2.2 GPRS 通讯模块

综合考虑市面的 GPRS 通讯模块,经过稳定性以及功能需求分析,本系统采用西门子的 MC55 无线通讯模块来实现 GPRS 通讯功能。MC55 是目前最小的三频 GSM/GPRS 模块,具有很好的稳定性和便携性,很适合在移动终端中作为无线通讯模块。MC55 提供了 RIL/MUX 软件包,同时内嵌了 TCP/IP 协议栈,这样就省去了 TCP/IP 处理时间。MC55 内部由两大功能模块组成:基带模块和 GSM 射频模块。基带模块工作在 26 M 的频率上,由 DSP、电源供应模块、SRAM 和 FLASH 模块、板到板的应用接口组成。GSM 射频模块由 RF 接发器、FR 功率放大器,以及 RF 前端(天线)组成,它负责数据的无线接发功能。MC55 有 50 个引脚,按功能可以分为以下 4 个部分:电源充电和供应、双串口、双音频接口、SIM 卡接口。MC55 提供了两个非均衡的异步通讯端口(ASC0 是 8 总线串口,ASC1 是 4 总线串口),串口通讯协议使用的 ITU-T V24,低电平为 0 V,高电平为 2.65 V。所以,在 PXA255 处理器和 MC55 的串口通讯之间需要电平转换过程。MC55 的在单电源 3.3 V~4.18 V 下工作,在系统设计时使用锂电池供电。MC55 内部虽然不包含电源充电电路,但是具有充电管理功能,所以可以通过电源管理芯片进行电源的控制。同时 MC55 要求 SIM 卡符合 ISO 7816 标准,在 MC55 和 SIM 卡之间共有 6 个引脚连接。为了保证 EMC(电磁兼容性),MC55 的板到板之间的节点和 SIM 的 HOST 之间的距离低于 20 mm^[8]。

2.3 触摸屏的实现

在系统的设计过程中,为了让该系统具有使用简单直观、工作稳定、较低能耗等特点,我们采用了触摸屏来进行显示以及控制。在触摸屏的型号选择上,我们选用了 AMD 公司的电阻式触摸屏 AMT9502,其控制芯片是 TI 公司的模数转换芯片 ADS7846。ADS7846 在与触摸屏连用时,一旦笔或者手指点触摸在屏上时,可以迅速得到该点的位置信号,从而达到在触摸屏表面上寻址的目的。它除了基本的触摸点位置测量外,还

可进行触摸压力的测量、片内温度测量和电池容量测量。其自动节电功能可以保证很低的功率损耗,因此非常适合于要求低功耗的嵌入式系统电路。

电阻式触摸屏有两层电阻层:一层为横向驱动;另一层为纵向驱动。工作时 ADS7846 在某个方向上施加一定的电压,当笔接触到触摸屏时,两电阻层在触点位置有一个接通,导致另一个方向的层上电压产生变化。通过 A/D 转换,控制器就可以计算出触点在这条轴上的坐标值。

ADS7846 与处理器之间通过同步串行口 SSP 实现连接,采用 SPI 通信协议。SPI 总线技术是由摩托罗拉公司推出的一种全双工、同步串行接口,它提供了功能强大的 4 线接口(接收线、传输线、时钟线和片选线)。工作在主机模式,通过驱动可变的串行比特率时钟实现同外部器件的通信,并用帧同步脉冲标志每一帧传输的开始,支持 4~16 位的数据格式。

PXA255 与 ADS7846 的连接如图 2 所示,ADS7846 的中断信号直接连到 PXA255 的通用 I/O 管脚上。SSP 有 4 个寄存器:SSCR0(控制寄存器 0)、SSCR1(控制寄存器 1)、SSDR(数据寄存器)、SSSR(状态寄存器)。对 SSP 的所有操作都可通过对这些寄存器的配置或读写来实现,所以软件控制比较简单。使用 SSP 端口,首先要完成 SSP 控制寄存器中关于数据大小、帧格式、串行时钟频率、接收发送 FIFO 宽度等的配置。输入数据 FIFO 的内容通过读 SSSR 得到,写发送数据 FIFO 依靠写 SSSR 完成,而当前 FIFO 的状态可以通过读 SSSR 来查询^[3]。

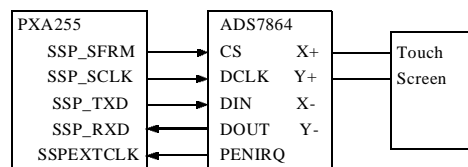


图 2 PXA255 与 ADS7846 的连接

2.4 基于 USB 接口的摄像头设计

在本系统中,我们利用图像传感器 OV7640 和 OV511 来实现图像的采集。图像传感器采用 OmniVision 公司开发的 OV7640 CMOS 芯片。OV7640 是一款低电压(2.5 V)、高灵敏度的 CMOS 图像传感器。OV7640 对光学镜头传来的模拟信号进行 A/D 转换,通过 OV511 的 USB 接口传至处理器。通过 SCCB 总线可灵活实现对 OV7640 各种工作模式的程控,实现对图像的处理,包括自动曝光控制(AEC),自动增益控制(AGC),自动亮度控制(ABC),自动白电平平衡(AWB)等。此外,OV7640 传感器使用其特有的影像光源自动增益补偿技术提高图像质量,例如色饱和度调整、对比度调整、边缘增强以及伽马矫正等。OV7640 每秒能输出 30 帧图像,其输出的多种图像格式包括 Raw RGB、RGB(GRB4:2:2)、YUV(4:2:2)和 YCbCr(4:2:2)等以适应多种不同的需求。OV7640 将 640×480 的传感阵列和视频 AD 转换集成在一个 IC 上,并配上相应的时序电路,实现多种图像处理功能,使用灵活方便,完全满足本系统设计要求。实时采集存储系统需要高速的数据传输,对系统硬件之间的配合提出较高的要求。在本系统的设计中,在采集部分和传输部分之间配以相应的缓存区。实际中,采用与 OV7640 配套的芯片 OV511 扩展 DRAM 起缓存作用,并

实现将数字视频图像通过高速 USB 送入 PXA255 处理器。系统图中的 OV511 是一个专用的数字摄像 IC 的 USB 接口芯片、内含摄像 IC 接口、USB 接口、I2C 接口等,外面仅加一片的起缓存作用的 256×16DRAM 和一片 USB 收发器即可构成一个完整的视频图像采集电路,实现实时图像采集功能。OV511 将标准的高速实时图像数据通过 USB 接口输出,经过 PXA255 经过数据压缩后通过 MC55 发送出去^[2]。USB 接口的摄像头设计如图 3 所示。

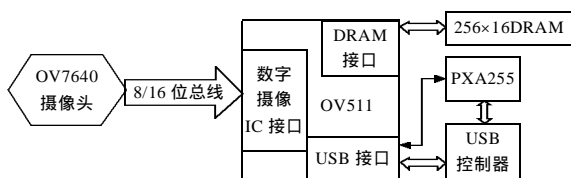


图 3 USB 接口的摄像头设计

2.5 图像的压缩和网络传输

我们知道摄像头采集到的原始图像是 BMP 格式的,按照 320×240 像素每帧来计算,则每采集一副图片的大小是 320×240×3 = 230400 字节,即 225 K。如果按照 30 fps 的帧率来计算,每秒钟需要通过网络传输的数据量是 225×30 = 6750 K。这么大数据的传输量不但是 GPRS 网络无法负荷的而且目前在国内的无线网络中也是完全无法实现的,更无法达到实时性监控的要求。所以我们要对图像进行压缩。综合以上考虑,我们充分运用 PXA255 处理器运行速度快、功耗低、稳定性好的特点,通过 MPEG-4 的视频编码方式来对图像进行压缩。MPEG-4 解码过程如图 4 所示。

通过 MPEG-4 视频编码方式,可以实现高压缩比,最高可以达到 200 : 1,假设每秒钟需要传输的数据量为 6750 k,经过压缩后只有 33.75 k。我们充分运用 GPRS 网络传输速率快的特点,为提高图像的质量,我们采用 75 : 1 的压缩比来进行视频压缩,即每秒传送 90 k 的图像,从而使图像进行实时传输成为可能。在 GPRS 模块中可以连续传输视频,并能保证图像质量,这是其它视频压缩技术所无法实现的。同时实时图像传输的质量得到了较大的提升,MPEG-4 采用基于对象的识别编码模式,压缩后的最高图像清晰度可以达到 768×576,使得图像达到相对较高的清晰度成为现实^[5]。

3 结束语

本文采用 USB 接口的摄像头作为视频监控系统的采集设备,利用 PXA255 处理器在数据处理以及高可靠性方面的优

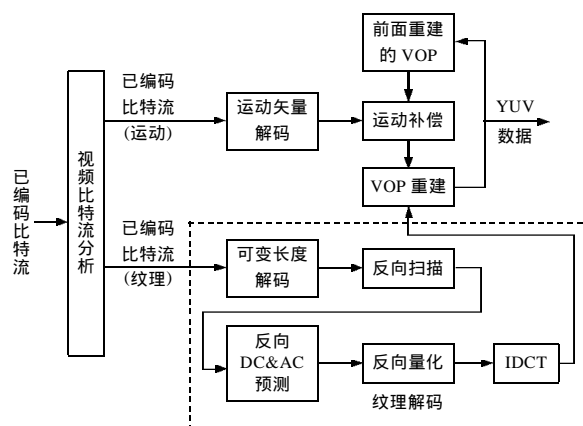


图 4 MPEG-4 解码过程

势,特别适用于数据处理量较大同时较为复杂的环境中。我们通过 MPEG-4 的视频解码方式对采集后的图像进行压缩,并使用 MC55 模块通过 GPRS 网络对图像进行实时的传输。本系统具有便携性、高稳定性、数据发送实时性等特点,特别适用于远程实时监控、工业控制、智能家居等环境下。当然,这个系统还有很大的改进空间,比如在采用双存储系统,将通过 GPRS 系统发送的图像同时保存在移动硬盘中;针对不同的应用环境,添加不同的传感器对环境数据进行采集等。希望本文对于嵌入式系统的开发者有些许借鉴的意义。

参考文献:

- [1] Intel(R)PXA255 processor developer's manual[Z].2003.
- [2] 陈章龙.嵌入式技术与系统—Intel XScale 结构与开发[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [3] 焦建,李志明,徐国治.使用 ADS7846 实现 StrongARM 系统中触摸屏电路[J].计算机工程,2003,29(6):149-151.
- [4] Jonathan Corbet,AlessandroRubini,Greg Kroah-Hartman.Linux 设备驱动程序[M].魏永明,译.3 版.北京:中国电力出版社,2005.
- [5] ISO/IECJTC1/SC29/WG11 N3908,MPEG-4 video verification model version18.0[S].2001.
- [6] 陈文智.嵌入式系统开发原理与实践[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [7] 何宗键.Windows CE 嵌入式系统[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [8] 郑灵翔.嵌入式系统设计与应用开发[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.

(上接第 5226 页)

- [2] 管耀式,杨宗德.ARM 嵌入式无线通信系统开发实例精讲[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [3] 陈坚,陈伟.Visual C++网络高级编程[M].北京:人民邮电出版社,2001.
- [4] 摩托罗拉工程学院.GPRS 网络技术[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [5] 赵申,蒋铃鸽.基于 GPRS 的无线数据采集与传输终端[J].电子产品世界,2004(8):130-132.
- [6] 王琪华,陈奇.GSM 网络与 GPRS 网络安全分析[J].计算机工程与设计,2005,26(2):47-58.
- [7] 邹思铁.嵌入式 Linux 设计与应用[M].北京:清华大学出版社,2002.
- [8] 赵锋.GPRS 终端拨号上网连接认证注册全过程研究[J].计算机工程与应用,2004,40(23):158-160.
- [9] 田在荣.基于 GPRS 网络的数据传输平台[D].湖北:武汉大学,2004.